

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 06262385  
PUBLICATION DATE : 20-09-94

APPLICATION DATE : 16-03-93  
APPLICATION NUMBER : 05080288

APPLICANT : NIPPON STEEL CORP;

INVENTOR : SETO KOJI;

INT.CL. : B23K 31/00 B23K 9/02 C21D 9/50

TITLE : IMPROVING METHOD FOR FATIGUE STRENGTH OF END PART OF WELD BY  
LOCAL QUENCHING

ABSTRACT : PURPOSE: To inexpensively improve the fatigue strength of an end part of weld only by adding a simple process at the time of welding.

CONSTITUTION: At the time of welding a steel material, when the temperature of the surface of the end part of weld is  $\geq 200^{\circ}\text{C}$  and  $\leq 600^{\circ}\text{C}$  after welding, the surface of the end part of weld is cooled to  $< 200^{\circ}\text{C}$  at  $> 10^{\circ}\text{C/sec.}$  an average cooling speed by injecting refrigerant on the surface of the end part of weld. Consequently, a residual compressive stress generates on the end part of weld, and the fatigue strength of a welding member is improved.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(JP) (12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-262385

(43)公開日 平成6年(1994)9月20日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup> 識別記号 庁内整理番号  
B 2 3 K 31/00 B 7920-4E  
9/02 L 7011-4E  
C 2 1 D 9/50 1 0 1

F I 技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平5-80288

(22)出願日 平成5年(1993)3月16日

(71)出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72)発明者 大宮 慎一

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式

会社技術開発本部内

(72)発明者 征矢 勇夫

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式

会社技術開発本部内

(72)発明者 瀬戸 厚司

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式

会社技術開発本部内

(74)代理人 弁理士 秋沢 政光 (外1名)

(54)【発明の名称】 局所急冷による溶接止端部疲労強度向上方法

(57)【要約】

【目的】 本発明は、溶接時に簡便な工程を付加するだけで安価に溶接止端部の疲労強度向上を図る方法を提供するものである。

【構成】 鉄鋼材料を溶接する際、溶接後に溶接止端部表面の温度が200℃以上かつ600℃以下の時、溶接止端部表面に冷媒を噴射することにより溶接止端部表面を200℃以下の温度まで1.0℃/sec.以上の平均冷却速度で冷却する。これにより、溶接止端部に残留圧縮応力が発生し、溶接部材の疲労強度が向上する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 鉄鋼材料を溶接する際、溶接後に溶接止端部表面の温度が $200^{\circ}\text{C}$ 以上かつ $600^{\circ}\text{C}$ 以下の時、溶接止端部表面に冷媒を噴射することにより溶接止端部表面を $200^{\circ}\text{C}$ 以下の温度まで $10^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ 以上の平均冷却速度で冷却することを特徴とする、局所冷却による溶接止端部疲労強度向上方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、鋼構造物を製造する際の溶接方法であって、局所急冷による溶接止端部疲労強度向上方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】溶接構造物の疲労破壊は、溶接継手部、その中でも構造的な応力集中や引張残留応力の存在する溶接止端部に疲労き裂を生じ、そのき裂が伝ばすることにより起こるものが多くを占める。そのため、溶接構造物の疲労強度を向上させるためには溶接継手部の疲労強度を改善する必要がある。疲労強度の向上を目的とした溶接止端部の処理方法がいくつか提案されている。溶接止端部の処理の考え方は、上記の溶接止端部の疲労強度低下の原因である応力集中の緩和を目的としたものと、残留応力のコントロールを目的としたものの2つに大別できる。

【0003】一方の応力集中の緩和を目的とした止端部処理には、溶接止端部をグラインダー等で滑らかにする切削や研削処理、溶接止端部をTIGで再溶融することにより滑らかにする処理、プラズマで再溶融することにより滑らかにする処理（特公昭54-30386号公報）、化粧溶接棒を用いて滑らかな止端部を得る処理などがある。

【0004】他方、残留応力のコントロールを目的とした止端部処理としては、あらかじめ過大荷重を与えることにより溶接止端部に降伏応力を越える引張応力を発生させ、除荷後に圧縮の残留応力を与える予荷重処理、継手全体を加熱した後急冷することにより圧縮残留応力を与える加熱急冷処理、溶接止端部をワイヤー、ボール等を用いて打撃することにより機械的に圧縮残留応力を付与するピーニング処理等の方法が知られている。

【0005】圧縮残留応力を付与する方法のうち、急冷を利用した溶接継手の疲労強度向上法としては、継手の亜鉛メッキの際、継手を溶融亜鉛浴した直後に水中で急冷する方法が知られている。これは、溶融亜鉛浴によって高温になった継手を、水中に入れて急冷することにより生ずる表面と内部の温度差により表面に圧縮残留応力を生じさせるものである。

【0006】また、鋼構造物以外の分野ではレールの溶接継手に関して特開平3-277720号公報等に、配管に関して特開昭56-130432号公報等に、溶接部の水冷等による急速冷却を行うことによって圧縮残留

応力を付与し疲労強度を改善させる方法が示されている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】前述の疲労強度向上を目的とした溶接止端部の処理方法はいずれも、溶接終了後に別の工程を付加したものであり、コストが高くなる欠点がある。また、予荷重による圧縮残留応力付与については、継手部に降伏応力以上の応力を発生させる荷重を与えなければならないため、適用できる溶接継手の規模に制限がある。

【0008】メッキ後の急冷処理については、継手にメッキを行なう必要があるものに適用が限られ、すべての継手に適用できるわけではない。

【0009】特開平3-277720号公報についてはレールの突合せ溶接に限定したものであり、鋼構造物の溶接継手の疲労強度向上を目的としたものではない。また、本発明の方法に比較して冷却温度が遅いため、十分な圧縮残留応力を付与するための冷却開始時の温度を $500^{\circ}\text{C}$ 以上としており、これに満たない場合には、外部から再加熱する必要がある。

【0010】特開昭56-130432号公報については配管の溶接部に関するものであり、鋼構造物の疲労強度向上を目的としたものではない。また、局所的な再加熱を必要としており、方法が煩雑である。

【0011】本発明は、溶接時に簡便な工程を付加するだけで安価に溶接止端部の疲労強度向上を図ろうとするものである。

## 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明はかかる課題を解決するため溶接止端部を急冷することにより、表面と内部に熱応力の分布を生じさせ、自然冷却後表面に圧縮の残留応力を発生させることにより、継手疲労強度を向上させることを特徴とする。即ち、本発明の要旨とするところは、鉄鋼材料を溶接する際、溶接後に溶接止端部表面の温度が $200^{\circ}\text{C}$ 以上かつ $600^{\circ}\text{C}$ 以下の時、溶接止端部表面に冷媒を噴射することにより溶接止端部表面を $200^{\circ}\text{C}$ 以下の温度まで $10^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ の平均冷却速度で冷却することを特徴とする局所冷却による溶接止端部疲労強度向上方法に在る。ここで、平均冷却速度とは、冷媒による冷却開始時と冷却終了時の溶接止端部表面の温度差を冷却時間で除した値であると定義する。

## 【0013】

【作用】以下に本発明を詳細に説明する。

【0014】溶接後、止端部温度が $200^{\circ}\text{C}$ 以上 $600^{\circ}\text{C}$ 以下の状態で、溶接止端部表面を急冷することにより、疲労強度向上を図る方法は、上述の溶接止端部処理方法のうち残留圧縮応力を付与する方法に分類される。

【0015】実際に部材に作用する応力は、残留応力などの内部応力と、外力により発生する外部応力の和であるから、外力が周期的に変化する繰返し荷重下では、

残留応力などの内部応力は平均応力として作用する。このため、圧縮の残留応力は、実際に部材に作用する応力での応力比を下げることであり、これにより疲労強度を向上させる。例えば、繰返し中の最小応力が0、すなわち応力比が0の荷重が作用する場合、残留圧縮応力が繰返し応力の最大値の1/2程度存在すると、部材に実際に作用する応力の応力比は-1となり、 $2 \times 10^6$  疲労強度では残留応力が存在しない場合に比較して約1.5倍に上昇する。

【0016】このように疲労強度改善に効果がある残留圧縮応力が、本発明の方法により溶接止端部に付与される機構を以下に説明する。

【0017】溶接により高温になった溶接止端部の表面を冷媒の噴射により急冷すると、表面が低温、内部が高温という温度差を生じる。この温度差により表面に引張、内部に圧縮という熱応力の分布が生じる。この熱応力により溶接止端部表面に生じた引張応力は、表面と内部の温度差が十分に大きければ引張降伏応力を超え、引張の塑性歪みを生じる。その後、自然に冷却されて全体が均一に常温の状態になると、引張塑性歪みを周囲が拘束することにより、溶接止端部表面に圧縮の残留応力が発生する。

【0018】上述の作用により止端部表面に降伏応力以上の引張応力を生じさせるためには、溶接止端部の表面と内部に一定以上の温度差を生じさせる必要があるため、冷媒噴射開始時の止端部表面温度が200℃以上あることが必要になる。また、冷却速度が遅いと継手全体が冷却され効果が小さくなるため、表面と内部に一定以上の温度差を効果的に生じさせるためには平均冷却速度が10℃/sec.以上であることが必要になる。

【0019】また、冷媒噴射開始時の止端部温度が60

0℃以上であると急冷後に溶接部内部の熱により表面温度が上昇し、本発明の効果が発揮されないため、冷媒噴射開始時の止端部温度は600℃以下であることが必要である。

【0020】冷媒に関しては、10℃/sec.以上の平均冷却速度が確保できれば液体窒素、液体アルゴン、水等何を用いてもよいが、当然のことながら引火性や爆発性のないものでなければならない。また、鋼材に対して悪影響を与えるものは避けることが望ましい。

【0021】

【実施例】十字隅肉継手(図1)、回し溶接継手(図2)については荷重制御片振り疲労試験(応力比 $R=0$ )、T字隅肉継手(図3)については3点曲げ疲労試験を、溶接止端部を本発明の方法により処理したものと、溶接ままのものについて実施した。本発明による処理は、溶接止端部温度が400℃から150℃まで平均冷速20℃/sec.で液体窒素による冷却を行った。供試鋼には表1に示すものを用い、また、試験片形状についてはそれぞれ表2、表3、表4に示すものについて実施した。試験は室温、大気中で実施した。疲労強度の比較は、S-N曲線から求めた $2 \times 10^6$  回強度を用いた。

【0022】試験結果は表5に示す。表5における処理無し(自然冷却)とは溶接後に大気中で放冷したものを指す。自然冷却に比較して本発明の方法による溶接止端部処理を実施した継手は、溶接継手の形状や、板厚、鋼種による違いはあるものの20%~60%溶接強度が向上しており、本発明の方法による止端処理が疲労強度の向上に効果的であることがわかる。

【0023】

【表1】

供試鋼の特性

鋼種番号	降伏応力(MPa)	引張強度(MPa)	伸び(%)
I	305	450	32.1
II	412	550	28.0
III	476	631	26.8

【0024】

【表2】

十字継手試験体寸法

継手No.	L	W	t1	H	t2
1	800	80	25	60	12
2	800	80	25	60	12
3	800	80	10	60	6
4	800	80	20	60	10
5	800	80	40	60	20
6	800	80	10	60	6

7	800	80	20	60	10
8	800	80	40	60	20
9	800	80	14	60	6
10	800	80	14	60	6

【0025】

【表3】

回し溶接継手試験体寸法

継手No.	L	W1	t1	H	W2	t2
11	800	80	25	60	100	12
12	800	80	12	60	100	12
13	800	80	25	60	100	12
14	800	80	12	60	100	12

【0026】

【表4】

T字継手試験体寸法

継手No.	L	W	t1	H	t2
15	500	100	20	60	10
16	500	100	40	60	20
17	500	100	80	60	40
18	500	100	20	60	10
19	500	100	40	60	20
20	500	100	80	60	40

【0027】

【表5】

## 試験結果

継手 No.	継手形式	鋼 種	荷 重	処 理	$2 \times 10^6$ 疲労強度 MPa
1	十字継手	I	引張	本発明	147
2	十字継手	I	引張	無し	92
3	十字継手	II	引張	本発明	170
4	十字継手	II	引張	本発明	148
5	十字継手	II	引張	本発明	143
6	十字継手	II	引張	無し	135
7	十字継手	II	引張	無し	100
8	十字継手	II	引張	無し	90
9	十字継手	III	引張	本発明	178
10	十字継手	III	引張	無し	136
11	回し溶接	II	引張	本発明	140
12	回し溶接	II	引張	本発明	120
13	回し溶接	II	引張	無し	110
14	回し溶接	II	引張	無し	90
15	T字隅肉	II	3点曲げ	本発明	220
16	T字隅肉	II	3点曲げ	本発明	157
17	T字隅肉	II	3点曲げ	本発明	130
18	T字隅肉	II	3点曲げ	無し	150
19	T字隅肉	II	3点曲げ	無し	105
20	T字隅肉	II	3点曲げ	無し	83

## 【0028】

【発明の効果】本発明の方法は、溶接直後に溶接止端部のみを急冷するだけの非常に簡便かつ安価な処理法であると共に、大規模構造物に対しても適用が容易であり、しかも溶接止端部に効率よく残留圧縮応力を付与することができる。その結果、溶接部材の疲労強度を向上させることができる。

## 【図面の簡単な説明】

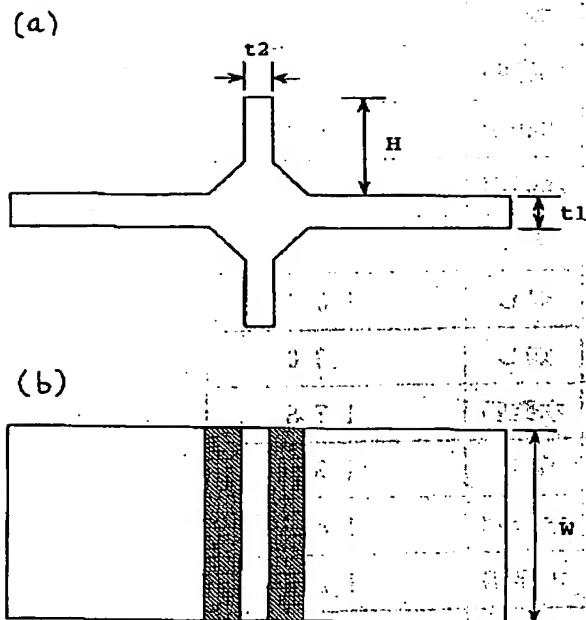
【図1】十字隅肉溶接継手形状を示す図である。(a)は正面図であり、(b)は平面図である。

【図2】回し溶接溶接継手形状を示す図である。(a)は正面図であり、(b)は平面図である。

【図3】T字隅肉溶接継手形状を示す図である。(a)は正面図であり、(b)は平面図である。

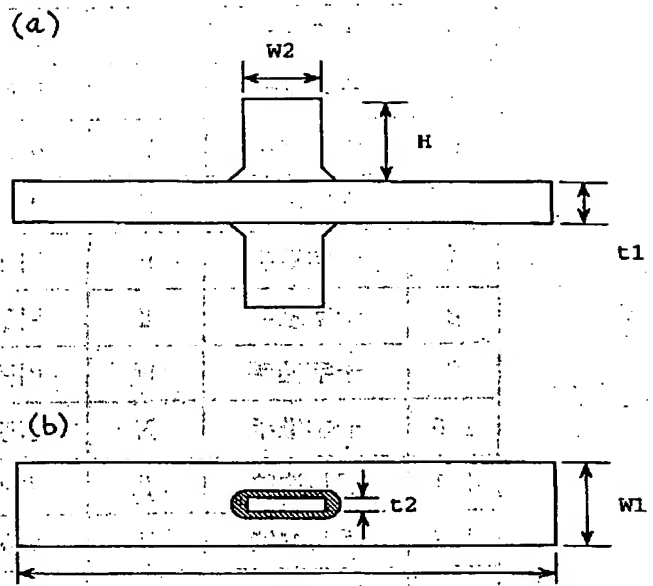
【図1】

十字隔肉継手



【図2】

回し溶接継手



【図3】

T字隔肉継手

